

стволика на 22 %) и надземной массы (на 46 %), однако, в отличие от сосны, главный корень показывает небольшое увеличение длины – до 10 % относительно контроля.

#### Список литературы

1. Хуришайнен Т. В., Кучин А. В. // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2011. № 1. С. 17–23.
2. Шаповал О. А., Можарова И. П., Коришунов А. А. // Защита и карантин растений. 2014. № 6. С. 16–20.
3. Кириллова О. С., Селицкая О. Г. // Вестник защиты растений. 2015. № 1. С. 58–62.
4. Прусакова Л. Д., Кефели В. И., Белопухов С. Л. и др. // Агрохимия. 2008. № 7. С. 86–96.
5. Широких И. Г., Огородникова С. Ю., Широких А. А. и др. // Агрохимия. 2008. № 10. С. 1–8.
6. Правила лесовосстановления. 2019. № 188. 156 с.

\* Работа выполнена в рамках Гос. задания Ботанического сада УрО РАН и Института химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (АААА-А18-118012490385-8); а также при поддержке гранта РФФИ № 19-38-90283.

УДК 606

**С. В. Томилова<sup>1,2</sup>, Д. В. Кочкин<sup>1,2</sup>,  
Е. С. Глаголева<sup>1</sup>, Е. А. Лабунская<sup>1</sup>,  
Б. А. Галишев<sup>3</sup>, А. М. Носов<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,  
119234, Россия, г. Москва, ул. Ленинские горы, 1/12,  
lanatomilova@yandex.ru,

<sup>2</sup>Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева,  
127276, Россия, г. Москва, ул. Ботаническая, 35,

<sup>3</sup>Уральский федеральный университет  
им. первого Президента России Б. Н. Ельцина,  
620026, Россия, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 48

#### **КУЛЬТУРА КЛЕТОК *DIGITALIS* SPP. КАК ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ\***

**Ключевые слова:** культура клеток *in vitro*, *Digitalis* spp., наперстянка, биологически активные вещества.

*Digitalis* L. (наперстянка) – род травянистых растений, принадлежащий к семейству *Plantaginaceae* и включающий свыше 30 видов. Наиболее ценными

метаболитами наперстянок являются сердечные гликозиды, которые использовались для лечения больных с сердечно-сосудистой недостаточностью более 200 лет. В растениях *Digitalis* spp. обнаружены также стероидные гликозиды и многие фенольные соединения (антрахиноны, фенилэтаноиды, флавоноиды) [1, 2].

Среди наперстянок встречается много редких, исчезающих и эндемичных видов, также стоит отметить, что качественное и количественное содержание целевых соединений в интактных растениях зависит как от климатических и погодных условий, так и от срока вегетации растения [2]. Альтернативным источником биологически активных веществ может выступать культура клеток высших растений, которая дает возможность получать экологически чистое растительное сырье с контролируемым составом и содержанием целевых соединений независимо от климатических и погодных условий.

Цель настоящей работы – получение культур клеток и тканей *Digitalis lanata* Ehrh., *D. grandiflora* Mill. и *D. ciliata* Trautv. и исследование их биосинтетических характеристик.

Для получения культур клеток и тканей использовали асептические проростки, выращенные из семян *D. lanata*, *D. grandiflora* и *D. ciliata*, взятых из Ботанического сада биологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова. Семена стерилизовали 50 % раствором гипохлорита натрия («Белизна», Россия) и проращивали при 16-часовом световом дне и  $25 \pm 1$  °C. Каллусную и ризогенную культуры индуцировали на чашках Петри с агаризованной средой Мурасиге-Скуга (MS), дополненной  $\alpha$ -нафтилуксусной кислотой ( $\alpha$ -НУК) и кинетином (Merck, Германия). Культивирования проводили в темноте при  $25 \pm 1$  °C. Суспензионные культуры клеток получали из 4-недельных каллусных культур в жидкой питательной среде MS, дополненной  $\alpha$ -НУК и кинетином. Выращивание проводили в колбах объемом 250 мл (35–40 мл суспензии в колбе) на качалке (100 об/мин) в темноте при  $25 \pm 1$  °C. Для пересадки использовали соотношение инокулюм : свежая среда, равное 1 : 5. Цикл культивирования составлял 21 день. Фитохимический анализ экстрактов из культур клеток и тканей проводили методом ультраэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (УЭЖХ ЭР МС).

В результате выполнения работы было установлено, что на данной питательной среде у *D. lanata* формировались только ризогенные культуры. Для *D. grandiflora* наряду с ризогенезом был отмечен каллусогенез,

характеризующийся появлением как миксотрофных (зеленых), так и гетеротрофных (бело-желтых) каллусов. У *D. ciliata* формировались преимущественно миксотрофные каллусы. Полученные суспензионные культуры клеток *D. grandiflora* и *D. ciliata* имели бело-желтый или желто-зеленый цвет соответственно, содержали агрегаты меристемоподобных клеток (преимущественно размером 10–20 клеток в агрегате), а также одиночные паренхимоподобные и удлинённые клетки.

УЭЖХ ЭР МС-анализ показал отсутствие в детектируемых количествах в экстрактах из культур клеток и тканей сердечных гликозидов – основных вторичных метаболитов интактных растений наперстянок. В свою очередь в образцах были обнаружены гликозиды фенилэтаноидов (дигицилизид А, дигицилизид В, максозид) и стероидные гликозиды фураностанолового ряда, имеющие в качестве агликонов гитогенин и тигогенин.

#### Список литературы

1. Kreis W. // Planta Medica. 2017. Vol. 83. P. 962–976.
2. Verma S. K., Das A. K., Cingöz G. S., Gurel E. // Industrial Crops and Products. 2016. Vol. 94. P. 20–51.

\* Работа выполнена на базе «Научно-производственного биотехнологического комплекса для проведения работ по изучению, сохранению и практическому применению культивируемых клеток и органов высших растений и микроводорослей» при финансовой поддержке Мегагранта Правительства Российской Федерации (Соглашение № 075-15-2019-1882).